

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

AK

(11)Publication number : 05-231859

(43)Date of publication of application : 07.09.1993

(51)Int.Cl. G01B 21/30  
G01B 7/34  
H01J 37/28

(21)Application number : 04-032424

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 20.02.1992

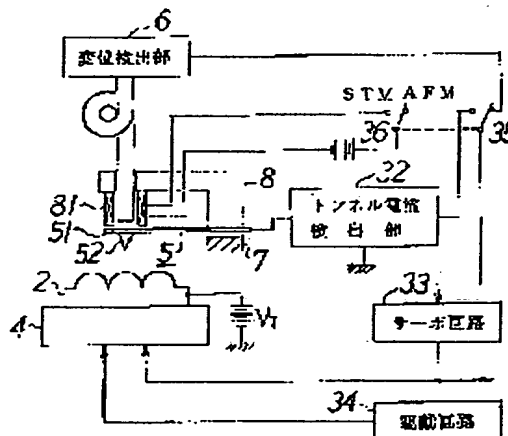
(72)Inventor : FUJII AKIRA  
WAKANA SHINICHI

## (54) SCANNING PROBE MICROSCOPE

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain a scanning probe microscope which can obtain an image measured by STM and another image measured by AFM from the same area on the same sample.

**CONSTITUTION:** This microscope is provided with a cantilever 5 composed of a conductive elastic body 51 and conductive probe 52 firmly fixed to the free end of the body 51 and probe fixing arm 8 to which an attracting mechanism 81 which attracts or releases the cantilever 51 on the opposite side with a gap in between by remote control is fixed so that the mechanism 81 can be faced to the upper surface of the cantilever 5 on its free end side. In the AFM mode, the cantilever 5 is released from the mechanism 81 so that the free end of the cantilever 5 can be freely moved in the vertical direction and, in the STM mode, the mechanism 81 attracts the free end of the cantilever 5.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

A

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-231859

(43)公開日 平成5年(1993)9月7日

(51)IntCl <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 B 21/30		Z 7617-2F		
7/34		Z 9106-2F		
H 0 1 J 37/28		Z 9069-5E		

審査請求 未請求 請求項の数2(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平4-32424

(22)出願日 平成4年(1992)2月20日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72)発明者 藤井 彰

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72)発明者 若菜 伸一

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 井桁 貞一

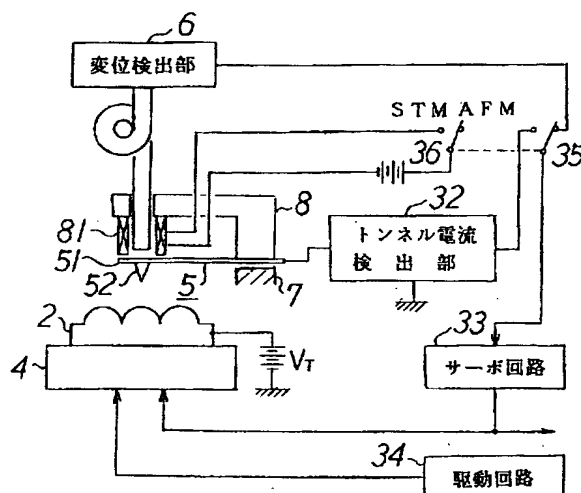
(54)【発明の名称】 走査型プローブ顕微鏡

(57)【要約】

【目的】 被測定試料表面の形状や電子の状態を測定する走査型プローブ顕微鏡に関し、同一試料の同一領域においてSTMで測定した像とAFMで測定した像が得られる走査型プローブ顕微鏡の提供を目的とする。

【構成】 導電性弾性体51および導電性弾性体51の自由端に固着された導電性探針52で構成されてなるカンチレバー5と、隙間を介して対向させたカンチレバー5の吸着または離脱を遠隔制御によって行う吸着機構81がカンチレバー5の自由端側上面と対向するよう固定された探針固定腕8を有し、AFMモード時には吸着機構81から離脱させてカンチレバー5の自由端の上下動を可能にし、STMモード時にはカンチレバー5の自由端を吸着機構81に吸着するように構成する。

本発明になる走査型プローブ顕微鏡を示す原理図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被測定試料(2)をXYZ方向に移動させるテーブル(4)および該テーブル(4)を駆動する駆動回路(34)と、

該試料(2)の上方に配設され固定端が電氣的に絶縁された状態で基台(7)に固定されてなる導電性弾性体(51)、および該導電性弾性体(51)の自由端側下面に固着された導電性探針(52)で構成されてなるカンチレバー(5)と、所定の隙間を介して対向せしめた該カンチレバー(5)の吸着または離脱を遠隔制御によって行う吸着機構(81)を具え、該吸着機構(81)が該カンチレバー(5)の自由端側上面と対向するよう該基台(7)に固定された探針固定腕(8)と、

AFMモード時に該カンチレバー(5)の自由端側の変位を検出して信号を出力する変位検出部(6)、およびSTMモード時に該カンチレバー(5)に流れるトンネル電流を検出して信号を出力するトンネル電流検出部(32)を有し、

AFMモード時には該吸着機構(81)から離脱させて該カンチレバー(5)自由端の上下動を可能にすると共に、STMモード時には該カンチレバー(5)を該吸着機構(81)に吸着させることを特徴とする走査型プローブ顕微鏡。

【請求項2】 請求項1に記載された吸着機構(81)が円筒状鉄心(82)と該円筒状鉄心(82)に巻回されたコイル(83)からなり、且つ、カンチレバー(5)を構成する導電性弾性体(51)が磁性体であることを特徴とする走査型プローブ顕微鏡。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は被測定試料表面の形状や電子の状態を測定する走査型プローブ顕微鏡に関する。

【0002】 被測定試料表面の形状や電子の状態を測定する手段として走査型トンネル顕微鏡（以下STMと称する。）や、原子間力顕微鏡（以下AFMと称する。）などのいわゆる走査型プローブ顕微鏡が広い分野において利用されている。

【0003】 しかし、STMは被測定試料の表面における電子の配列状態が反映されるため得られる像は実際の形状と異なる。また、AFMは実際の形状を正確に測定できるが試料表面における電子の配列状態を測定できないという問題がある。

【0004】 したがって、試料表面の形状と電子の配列状態を測定するにはSTMで得た像とAFMで得た像を重ねる必要がある。しかし、測定の対象となる領域が微小で同一試料の表面を測定しても必ずしも同一領域を測定したという保証はない。

【0005】 そこで同一試料の同一領域においてSTMで測定した像とAFMで測定した像が得られる走査型プローブ顕微鏡の開発が要望されている。

## 【0006】

【従来の技術】 図3はSTMの原理を示す模式図、図4はAFMの原理を示す模式図、図5は従来のAFM/STM兼用型の原理を示す模式図である。

【0007】 図3においてSTMは互いに直交するように配置されてなる圧電体11、12、13によって支承された導電性の探針1を有し、駆動回路31の出力信号をそれぞれ圧電体11、12に印加することによって探針1をXY方向に走査することができる。

【0008】 また、導電性の探針1と被測定試料2の間にはトンネル電流検出部32を介してトンネル電圧 $V_T$ が印加されており、トンネル電流検出部32で検出されたトンネル電流に対応する電圧がサーボ回路33を介して圧電体13に入力されている。

【0009】 探針1を数10Å程度まで被測定試料2に接近させると探針1と被測定試料2の間にトンネル電流が流れるようになり、トンネル電流が常に一定になるようにサーボ回路33から圧電体13に電圧を印加すると共に探針1をXY方向に走査する。

【0010】 即ち、サーボ回路33を介して圧電体13に入力される電圧は常に被測定試料2の表面の凹凸に対応しており、かかる電圧を例えばオシロスコープ等に入力することにより被測定試料2の表面の凹凸に対応したSTM像21を得ることができる。

【0011】 なお、XYZ方向に移動可能なテーブルに被測定試料2を載置すると共に被測定試料2の上方に探針1を固定し、被測定試料2をXY方向に移動させながらサーボ回路33を介してテーブルをZ方向に動かしても同等のSTM像が得られる。

【0012】 また図4においてAFMは被測定試料2を載置するテーブル4と被測定試料2の上方に固定されたカンチレバー5を有し、カンチレバー5は一端が基台に固定された弾性体51と弾性体51の自由端側に固着された探針52とで構成されている。

【0013】 カンチレバー4の上方には弾性体51の自由端における変位を検出して信号を出力する変位検出部6が配設されており、弾性体51の変位に対応した変位検出部6の出力信号はサーボ回路33を介してテーブル4にフィードバックされている。

【0014】 被測定試料2を載置するテーブル4はXYZ方向に移動可能でサーボ回路33から印加される信号に伴ってZ方向に移動し、駆動回路34の出力信号をそれぞれ印加することによって被測定試料2をXY方向に走査することができる。

【0015】 被測定試料2をカンチレバー5に接近させると探針52は原子間力によって持ち上げられ弾性体51の自由端は変位する。そこで変位が常に一定になるようにサーボ回路33によりテーブル4を制御し且つ被測定試料2をXY方向に移動させる。

【0016】 即ち、サーボ回路33を介してテーブル4に入力される信号は常に被測定試料2の表面の凹凸に対応

しており、かかる信号に対応する画像を描かせることによって被測定試料2の表面の凹凸に対応したAFM像を得ることができる。

【0017】しかし、STMは被測定試料の表面における電子の配列状態が反映されるため得られる像は実際の形状と異なる。また、AFMは実際の形状を正確に測定できるが試料表面における電子の配列状態を測定できないという問題がある。

【0018】そこで、従来のAFM/STM兼用型は図5に示す如くAFM用カンチレバー5とSTM用探針1を具えており、AFMとして利用する際はトンネル電流検出部32を介し探針1とカンチレバー5の間にトンネル電圧 $V_t$ が印加している。

【0019】STM用探針1はカンチレバー5を構成する弾性体51の自由端における変位を検出するためのものであり、トンネル電流が常に一定になるようにサーボ回路33によりテーブル4を制御することによってAFM像を得ることができる。

【0020】また、トンネル電流検出部32を介して探針1と被測定試料2の間にトンネル電圧 $V_t$ を印加すると同時に、AFM用カンチレバー5を除去してSTM用探針1を被測定試料2に接近させることによってSTM像を得ることができる。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】試料表面の形状と電子の配列状態を同時に測定するにはSTMで得た像とAFMで得た像を重ねてみる必要がある。しかし、測定の対象となる領域が微小で同一試料の表面を測定しても必ずしも同一領域を測定したという保証はない。例えば従来のAFM/STM兼用型を用いてもAFM用カンチレバーを除去する際に位置がずれるという問題があった。

【0022】本発明の目的は同一試料の同一領域においてSTMで測定した像とAFMで測定した像が得られる走査型プローブ顕微鏡を提供することにある。

【0023】

【課題を解決するための手段】図1は本発明になる走査型プローブ顕微鏡を示す原理図である。なお全図を通し同じ対象物は同一記号で表している。

【0024】上記課題は被測定試料2をXYZ方向に移動させるテーブル4およびテーブル4を駆動する駆動回路34と、試料2の上方に配設され固定端が電気的に絶縁された状態で基台7に固定されてなる導電性弾性体51、および導電性弾性体51の自由端側下面に固着された導電性探針52で構成されてなるカンチレバー5と、所定の隙間を介して対向せしめたカンチレバー5の吸着または離脱を遠隔制御によって行う吸着機構81を具え、吸着機構81がカンチレバー5の自由端側上面と対向するよう基台7に固定された探針固定腕8と、AFMモード時にカンチレバー5の自由端側の変位を検出して信号を出力する変位検出部6、およびSTMモード時にカンチレバー5

に流れるトンネル電流を検出して信号を出力するトンネル電流検出部32を有し、AFMモード時には吸着機構81から離脱させてカンチレバー5自由端の上下動を可能にすると共に、STMモード時にはカンチレバー5を吸着機構81に吸着させる本発明の走査型プローブ顕微鏡によって達成される。

【0025】

【作用】図1において導電性弾性体の自由端側下面に固着された導電性探針で構成されてなるカンチレバーと、所定の隙間を介して対向せしめたカンチレバーの吸着または離脱を遠隔制御によって行う吸着機構を具え、吸着機構がカンチレバーの自由端側上面と対向するよう基台に固定された探針固定腕と、AFMモード時にカンチレバーの自由端側の変位を検出して信号を出力する変位検出部、およびSTMモード時にカンチレバーに流れるトンネル電流を検出して信号を出力するトンネル電流検出部を有し、AFMモード時には吸着機構から離脱させてカンチレバー自由端の上下動を可能にすると共に、STMモード時にはカンチレバーを吸着機構に吸着させる本発明の走査型プローブ顕微鏡は、遠隔制御で吸着機構を動作させることによってAFMモードとSTMモードを選択することが可能であり、同一試料の同一領域においてSTMで測定した像とAFMで測定した像が得られる走査型プローブ顕微鏡を実現することができる。

【0026】

【実施例】以下添付図により本発明の実施例について説明する。なお図2は本発明の一実施例を示すブロック図である。

【0027】図1において切換えスイッチ35はカンチレバー5を探針固定腕8の吸着機構81に吸着せしめるスイッチ36と連動し、AFMモードを選択すると切換えスイッチ35は変位検出部6側に接続されカンチレバー5は吸着機構81から離脱する。

【0028】被測定試料2を載置するテーブル4はXYZ方向に移動可能でサーボ回路33から印加される信号に伴ってZ方向に移動し、駆動回路34の出力信号をそれぞれ印加することによって被測定試料2をXY方向に走査することができる。

【0029】被測定試料2をカンチレバー5に接近させると探針52は原子間力によって持ち上げられ弾性体51の自由端は変位する。そこで変位が常に一定になるようにサーボ回路33によりテーブル4を制御し且つ被測定試料2をXY方向に移動させる。

【0030】即ち、サーボ回路33を介してテーブル4に入力される信号は常に被測定試料2の表面の凹凸に対応しており、かかる信号に対応する画像を描かせることによって被測定試料2の表面の凹凸に対応したAFM像を得ることができる。

【0031】また、STMモードを選択すると切換えスイッチ35を介してトンネル電流検出部32がサーボ回路33

に接続されると同時に、吸着機構81がカンチレバー5を吸着し導電性弾性体51に固着された導電性探針52を探針固定腕8に固定する。

【0032】導電性探針52と被測定試料2の間にはトンネル電流検出部32を介してトンネル電圧 $V_T$ が印加されており、トンネル電流検出部32で検出されたトンネル電流に対応する電圧がサーボ回路33を介してテーブル4に入力されている。

【0033】かかる状態で被測定試料2を導電性探針52に接近させると探針52と被測定試料2の間にトンネル電流が流れる。そこでトンネル電流が常に一定になるようサーボ回路33によりテーブル4を制御し且つ被測定試料2をXY方向に移動させる。

【0034】即ち、サーボ回路33を介してテーブル4に入力される信号は常に被測定試料2の表面の凹凸に対応しており、かかる信号に対応する画像を描かせることによって被測定試料2の表面の凹凸に対応したSTM像を得ることができる。

【0035】本発明になる走査型プローブ顕微鏡の一実施例は図2に示す如くXYZ方向に移動可能なテーブル4を有し、駆動回路34はコンピュータ9の指令に基づいて信号を出力しテーブル4に載置された被測定試料2をXY方向に移動させる。

【0036】試料2の上方には磁性体からなる導電性弾性体51と導電性探針52とで構成されたカンチレバー5が配設されており、固定端が電氣的に絶縁された状態で基台7に固定された導電性弾性体51の自由端側下面に導電性探針52が固着されている。

【0037】カンチレバー5には電氣的に絶縁された状態で装置の基台7に固定された探針固定腕8が添設されており、探針固定腕8のカンチレバー5の自由端側上面と対向する位置に所定の隙間を介して対向せしめた吸着機構81を具えている。

【0038】吸着機構81は探針固定腕8に固定されてなる円筒状の鉄心82と鉄心82に巻回されたコイル83とで構成されており、STMモード時にはスイッチ36を介してコイル83に電圧を印加し磁性体からなる導電性弾性体51を鉄心82に吸着する。

【0039】探針固定腕8の上にはAFMモード時にカンチレバー5の変位を検出して信号を出力する変位検出部6を有し、変位検出部6は例えば光ファイバ61および鉄心82を通して導電性弾性体51に光を照射し光の干渉等によって変位を検出する。

【0040】また、導電性探針52と被測定試料2の間にはトンネル電流検出部32を介してトンネル電圧 $V_T$ が印加されており、STMモード時にトンネル電流検出部32で検出されたトンネル電流に対応する信号がトンネル電流検出部32から出力される。

【0041】変位検出部6の出力側とトンネル電流検出部32の出力側は前記スイッチ36と連動する切換えスイッ

チ35に接続され、切換えスイッチ35でAFMモードを選択すると変位検出部6の出力信号が駆動回路37とコンピュータ9に入力される。

【0042】また、切換えスイッチ35でAFMモードを選択したときはスイッチ36を介してコイル83に電圧が印加されることなく、カンチレバー5の自由端が吸着機構81から離脱して上下に動くことが可能になって原子間力に伴い変位する。

【0043】反対にSTMモードを選択するとトンネル電流検出部32の出力信号が駆動回路37とコンピュータ9に入力されると共に、スイッチ36を介してコイル83に電圧が印加されてカンチレバー5が吸着機構81に吸着され導電性探針52が固定される。

【0044】AFMモードまたはSTMモードで被測定試料2の表面を測定するに際しテーブル4をZ方向に駆動する駆動回路37は、コンピュータ9から入力される信号に基づいて表面を測定可能な領域まで被測定試料2を導電性探針52に接近させる。

【0045】駆動回路37にはまたスイッチ36を介して変位検出部6若しくはトンネル電流検出部32から信号が入力されており、駆動回路37はカンチレバー5の変位量またはカンチレバー5に流れるトンネル電流が一定になるようテーブル4を制御する。

【0046】変位検出部6若しくはトンネル電流検出部32からの信号はスイッチ36を介してコンピュータ9にも入力されており、かかる信号に対応する画像を描かせることにより被測定試料2の表面に対応したAFM像とSTM像を得ることができる。

【0047】このように本発明の走査型プローブ顕微鏡は遠隔制御によってAFMモードとSTMモードを選択することが可能であり、同一試料の同一領域においてSTM像とAFM像が得られる走査型プローブ顕微鏡を実現することができる。

【0048】

【発明の効果】上述の如く本発明によれば同一試料の同一領域においてSTMで測定した像とAFMで測定した像が得られる走査型プローブ顕微鏡を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明になる走査型プローブ顕微鏡を示す原理図である。

【図2】 本発明の一実施例を示すブロック図である。

【図3】 STMの原理を示す模式図である。

【図4】 AFMの原理を示す模式図である。

【図5】 従来のAFM/STM兼用型の原理を示す模式図である。

【符号の説明】

- |          |         |
|----------|---------|
| 2 被測定試料  | 4 テーブル  |
| 5 カンチレバー | 6 変位検出部 |
| 7 基台     | 8 探針固定腕 |

9 コンピュータ  
部  
33 サーボ回路  
35 切換えスイッチ

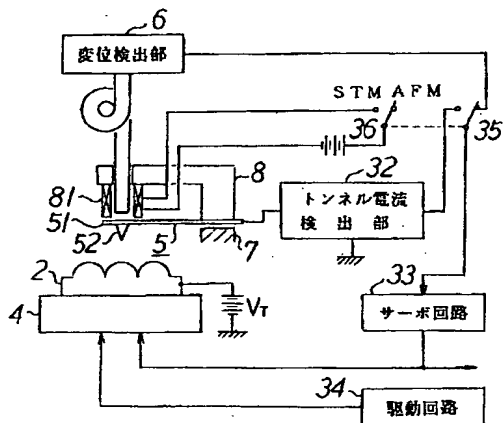
32 トンネル電流検出  
34 駆動回路  
36 スイッチ

\* 37 駆動回路  
52 導電性探針  
81 吸着機構  
\* 83 コイル

8  
51 導電性弾性体  
61 光ファイバ  
82 鉄心

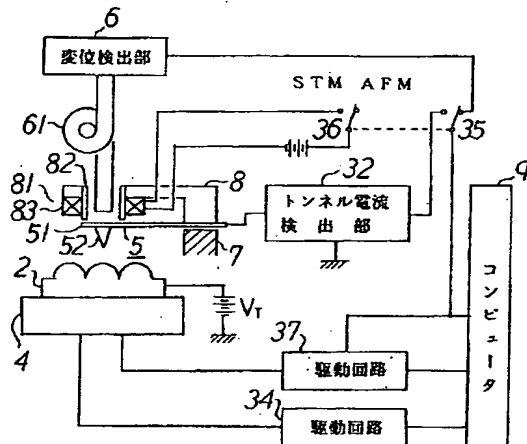
【図1】

本発明になる走査型プローブ顕微鏡を示す原理図



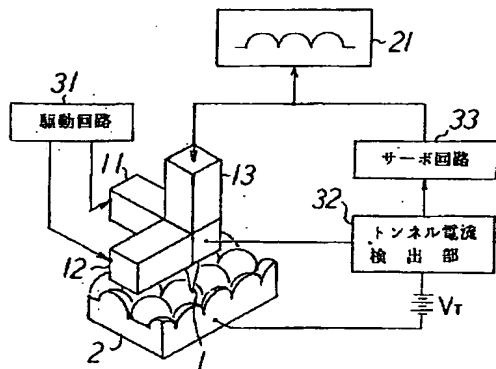
【図2】

本発明の一実施例を示すブロック図



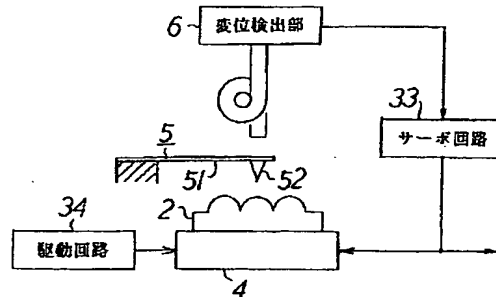
【図3】

STMの原理を示す模式図



【図4】

AFMの原理を示す模式図



【図5】

従来のAFM/STM兼用型の原理を示す模式図

